

Biró Csaba – Juhász Tibor

Eszterházy Károly Főiskola

birocs@aries.ektf.hu; juhaszti@ektf.hu

A HÁTIZSÁK PROBLÉMA TOVÁBBFEJLESZTÉSE AZ EGÉSZSÉGÜGYI PROFIL FIGYELEMBEVÉTELÉVEL DIÉTA TANÁCSADÁSHOZ

Absztrakt: Az *eFilter* projekt célja egy olyan informatikai rendszer fejlesztése, amely egészségügyi adatok alapján szűri a fogyasztásra szánt élelmiszerek listáját. Célunk egy olyan hatékony algoritmus kidolgozása, amely támogatást nyújt diétás menü összeállításához. A menütervezés problémaköre visszavezethető a többdimenziós hátizsák problémára. A többdimenziós hátizsák probléma (*Multidimensional Knapsack Problem – MDKP*) egy könnyen formalizálható, jól ismert, NP-nehéz probléma, amelynek számos gyakorlati alkalmazása létezik, úgy mint, erőforrás allokáció, rakomány elhelyezés vagy akár menütervezés. Cikkünkben bemutatjuk egy napi ötszöri étkezésre optimalizált diétás menüt előállító evolúciós algoritmus tervezésének és optimalizálásának lépéseit. Megvizsgáljuk az étlaptervezésre vonatkozó hatályos rendeleteket, jogszabályokat. Összegyűjtjük az étlap előállításának általános szabályait. A tervezésnél a tápanyagszükséglet mellett egyéb fontos szempontokat is figyelembe veszünk (*íz, állag, szín, hőmérséklet, elkészítési mód, esztétikai normák, szezonális és funkcionális minőség*). Ezt követően megvizsgálunk több olyan algoritmust, amellyel a többdimenziós hátizsák problémára optimális kimenet szolgáltatható. A probléma megoldásához a NSGA II (*Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm*) algoritmusra teszünk ajánlást.

Az eFilter projekt bemutatása

Az *eFilter* projekt célja egy olyan informatikai rendszer felállítása, amely egészségügyi adatok alapján szűri az élelmiszerek listáját, amelyet a felhasználók szeretnének elfogyasztani. Itt az élelmiszer lehet egy nagyon egyszerű, pl. liszt, vagy akár egy nagyon összetett, pl. sajtos makaróni is. Az egészségügyi adatokat egy egészségügyi profilban tároljuk. Ez tartalmazza az ételérzékenységeket, az allergiákat, diétákat és egyéb étkezésnél figyelembe veendő adatokat. Ugyanakkor ezeket az adatokat számszerűsítve tároljuk. Nem azt tároljuk, hogy a felhasználónak mogoró allergiája van, hanem hogy a megengedett napi mogoró bevitel 0.0 és 0.0 közt van, tehát megszorításként. Így az egészségügyi profil egy többdimenziós megszorítási mátrix.

Az *eFilter* rendszert a KMOP-1.1.1-09/1-2009-0053 számú pályázat keretében hoztuk létre.

Diétás étlap tervezési szempontjai

Diétás étlap tervezéséhez számtalan információra van szükség. Első és az egyik legfontosabb, pontosan definiálható szempont a rendelkezésre álló keretösszeg. Természetesen a tervezésnél további objektív és szubjektív szempontokat is figyelembe kell venni,

hiszen életkortól, nemtől, fizikai aktivitástól és egészségügyi állapottól függően eltérő tápanyagszükségletet kell kielégíteni amellet, hogy mennyiségi és minőségi követelményeknek is egyaránt eleget kell tenni. Diétás étlapok összeállításánál a dietetikus szerepe nélkülözhetetlen.

Egészséges táplálkozási irányelvek

Étrendi referencia értékek a tápanyagok bevitelének az optimális mértékét jelentik, amely egy egészséges életmód részét képezve hozzájárul a megfelelő egészségi állapothoz.

1993-ban kiadott európai étrendi referencia értékekre vonatkozó táplálkozási irányelvek szerint a naponta elfogyasztott összes energia

- 12%-át fehérjéből,
- 30%-át zsiradékból
- 58%-át szénhidrátból ajánlott fedezni.

Kiegészítések:

1. A növényi és állati eredetű fehérjék kívánatos aránya 60–40%, amely a növényi és állati eredetű zsírsavak esetében 50–50%.
2. A szénhidrát mennyiségének megoszlási arányát tekintve törekedni kell az egyszerű cukrok 10%-ra való csökkentésére.
3. A diétás rostok fogyasztása érje el a napi 30 grammot.

Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hivatal (EFSA), a már meglévő nemzeti és nemzetközi ajánlások figyelembevételével átdolgozta az 1993-ban kiadott európai étrendi referencia értékekre vonatkozó ajánlásokat. A megújult referencia értékek olyan európai táplálkozási irányelvekkel szolgálnak, amelyek az élelmiszerek címkézésének vagy a népegészségügyi célpontok kijelölésének alapját képezhetik. A munkabizottság a napi energia bevitel 20–35 százalékát zsír formájában ajánlja (*elsősorban omega-3- és omega-6-zsírsavak*). A szénhidrátok esetében beviteli referenciatartományt ad meg, amely a napi energia bevitel 45-60%-a (*keményítőtartalmú élelmiszerekből származó szénhidrátokra, valamint a cukrokra együttesen*). Továbbá az élelmi rostok napi bevitelét 25 grammnak állapították meg felnőttek esetében.

Az ideálisnak tekintett ötszöri étkezés esetében a napi tápanyagmennyiség 20–25%-át reggelire,

- 5–10%-át tízóráira,
- 35–40%-át ebédre,
- ugyancsak 5–10%-át uzsonnára,
- és a maradék 20–25%-át vacsorára fogyasztjuk el.

Étlap összeállításának külső és belső tényezői

Az előzőekben ismertetett előírásokon, ajánlásokon túl, az étlap összeállításánál figyelembe kell venni egyéb belső és külső tényezőket is. Egyik legfontosabb ilyen tényező a beszerzési lehetőség (*milyen fajta és minőségű nyersanyagok, milyen időközönként történik a szállítás stb.*), amelynek optimalizálásával az ellátás minőségét és a gazdaságos üzemeltetést biztosíthatjuk. Továbbá fontos szempont a fogyasztók szubjektív igénye

nyeinek kielégítése, hiszen a fogyasztók véleménye nagymértékben függ az ételek változatosságától.

Étlap harmonizálása

Egy étlap optimálisnak mondható, ha amellett, hogy kielégíti az energia és tápanyagigényeket az ízlésnek is megfelel és kellően változatos. A változatosságra törekedni kell, egy étkezésen, egy napon illetve hosszabb időszakot tekintve is. Szem előtt kell tartani, hogy egy étel, ha csak lehet, 3-4 hetenként ismétlődjön, akkor is módosított formában. Továbbá a nyers kerti vetemény és zöldség, a nyers, friss gyümölcs kivételével az alapanyagok egy héten belül ne ismétlődjenek. Túl egyhangú az az étlap, ahol egész héten, minden részétkezésben ugyanaz az íz dominál.

Az adott szempontok előfordulási gyakoriságának megítélésére az élelmezésben a változatossági mutatókat szokták alkalmazni.

Kiszámítása:

$$\text{változatosság} = \frac{\text{félések száma}}{\text{előfordulások száma}}$$

Értékelése: 60 alatt nem kielégítő, 61-80 között elfogadható, 81 és e felett jó az étlap.

Egy vagy két hétre készülő étlap összeállításának logikai menete

1. Húsételek megtervezése az adott időszak összes napjára.
2. Húsételekhez illő köret vagy főzelék, esetleg a mártás, a saláta illesztése.
3. Déli étkezéshez, esetleg a vacsora étkezéséhez a leves kiválasztása.
4. Előzőeket kiegészítő gyümölcs vagy édesség.
5. Reggelik összeállítása.
6. Napenkénti tervezés. Kiegészítjük a napokat a tízórai és uzsonna ételeivel, attól függően, hogy milyen tápanyagokra van még szüksége a szervezetnek.

Egységes Diétás Rendszer (EDR)

Az Egységes Diétás Rendszert (1960) a dinamikusan változó szakmai ismeretek miatt, elsősorban kórházak számára dolgozták ki. Az EDR a tápanyag-összetétel, az energiamennyiség, illetve az étel elkészítése szerint osztályoz.

EDR összefoglaló táblázat

<i>Energia és tápanyagtartalom szerint</i>		<i>Elkészítési eljárás szerint</i>	
<i>Elnevezés</i>	<i>Indikációs terület</i>	<i>Elnevezés</i>	<i>Indikációs terület</i>
Gyógyintézeti alapétrend	kórházi betegek akik nem szorulnak diétára	Folyékony változat	rágási képtelenség, nyelési akadály
Energia- és fehérjebő étrend	égés, láz, alultápláltság, májbetegség, stb.	Pépes változat	műtét után fekély
Energiaszegény étrend	elhízás, epebetegség, magas vérnyomás	Rost és fűszerszegény változat	emésztőszervi gyulladás
Fehérjeszegény étrend	vesebetegség, néhány májbetegség	Könnyű- vegyes változat	kórházi betegek, akik nem szorulnak diétára
Zsírszegény étrend	emésztőszervi gyulladások, köszvény	Rostban gazdag változat	elhízás, cukorbetegség, lipidémiák
Cukorbetegség étrendje	cukorbetegség		
Sószegény étrend	vesebetegség		

Forrás: Veresné Bálint M.: Gyakorlati dietetika

Előzmények

Az előzőek alapján jól látható, hogy milyen feltételeknek és céloknak kell megfelelnie egy heti vagy akár havi étlapnak. Nem beszélve arról, hogy a tudatos táplálkozás egészségre gyakorolt hatása folyamatosan növekszik, amelynek következtében egyre összetettebb döntéseket támogató, számítógép-alapú módszerekre van szükség. Amennyiben egy diétás menü összeállítását, optimalizálási feladatként fogalmazzuk meg a korlátozó feltételek a tápanyag és nem tápanyag követelmények, míg a célok a költség, szezonális és funkcionális minőség, íz, állomány, szín, hőmérséklet, forma, elkészítési mód lehetnek.

A problémának egy leegyszerűsített változatát, amely csak az alapvető tápanyagigényeket vette figyelembe és célja a költséghatékonyság volt először 1941-ben oldották meg számítógépen. Az első olyan modell, amely lineáris programozási módszereket alkalmazott menütervezésben STIGLER (1945) nevéhez köthető. Ugyancsak lineáris programozási modellt alkalmazott menü optimalizálására Bálintfy 1964-ben. 1967-ben Eckstein véletlenszerű keresés módszerét használta fel megfelelő tápanyagtartalmú étrendek előállítására. Bálintfy 1976-ban egészértékű programozást alkalmazott, elsősorban egészségügyi intézmények részére heti vagy havi menü megtervezésére.

Azóta a lineáris programozási módszerek jelentősen javultak, felhasználásukkal mégsem sikerült kellően jó, személyre szóló, gyakorlatban is alkalmazható megoldást találni

menü előállításához. Néhányuk kizárólag mennyiségi szempontokat vett figyelembe, teljesen elhanyagolva különböző komponensek összeilleszthetőségére vonatkozó elvárásokat. Ezzel teljesen a felhasználóra helyezve át a feladatot, hogy előzetesen kiválassza azokat az alkotóelemeket, amelyek tetszőleges kombinációja esetén az esetek túlnyomó részében harmonizáló javaslatot ad.

Az elmúlt két évtizedben teljesen új alapra helyezve a problémát számos automatikus étlap előállító illetve étrend elemző hagyományos vagy web-alapú alkalmazás látott napvilágot. Néhány ilyen rendszer a mesterséges intelligenciára épülő alkalmazás Case-Based Menu Planner (CAMP), Pattern Regulator for the Intelligent Selection of Menus (PRISM), CAMP Enhanced by Rules (CAMPER), DietPal stb.

CAMP

CAMP az eset-alapú következtetés (case-based reasoning – CBR) technikáját használja fel a felhasználó számára megfelelő menü előállításához. Adatbázisát körültekintően dietetikusok ajánlásai alapján, csak megbízható forrásból származó információk alapján állították össze. Az alkalmazás az adott felhasználó számára a megadott paraméterek alapján választja ki a megfelelő menüt. Ha ilyet nem talál, akkor a hozzá legjobban hasonlító menüt kiválasztja és módosítja a megadott paramétereknek megfelelően. A CAMP segítségével személyre szabott, tápanyagszükségleteknek megfelelő étrend állítható elő.

PRISM

PRISM (Pattern Regulator for the Intelligent Selection of Menus) étkezési típusok és étkezési szabályok alapján a tápanyagigényeknek megfelelően szabály-alapú következtetéssel tervezi meg az adott felhasználó számára megfelelő étrendet. Először elkészít egy menütervet, értékeli, ezt követően szükség szerint javítja. Adatbázisa, több mint 1000 féle ételismiszer tápanyagait tartalmazza.

CAMPER

CAMPER-ben ötvözték a CAMP és PRISM által alkalmazott technikák előnyeit. Eset-alapú következtetés technikáját veszi alapul, amelyet kiegészítettek egy „mi lenne, ha” elemző modullal, aminek köszönhetően mind egyéni igényeknek, mind tápanyagigényeknek megfelelő napi menü állítható elő.

DietPal

DietPal-t malajziai dietetikusok ajánlásainak alapján elsősorban betegek számára készült Web alapú diétás menüt generáló és menedzselő rendszer. Segítségével korábban eltárolt és validált menük felhasználásával, egyszerűen tervezhető meg az energiaszükségletének megfelelő diéta. Annak ellenére, hogy rendelkezik az előzőekben megismert megoldáskereső stratégiákkal, nem képes teljesen hibátlan menü előállítására.

Többdimenziós hátizsák probléma

A menütervezés problémaköre visszavezethető egy több célfüggvényből és korlátozó feltételből álló úgynevezett többdimenziós hátizsák problémára. A többdimenziós hátizsák probléma (*Multidimensional Knapsack Problem – MDKP*) egy könnyen formalizálható, jól ismert, NP-nehez probléma, amelynek számos gyakorlati alkalmazása létezik.

Ismert, hogy léteznek (*bizonyos megszorítások mellett*) a többdimenziós hátizsák problémára polinomiális időben optimális megoldást szolgáltató algoritmusok. Mivel a menütervezés, mint egy többdimenziós hátizsák probléma, több célfüggvénnyel és korlátozó feltétellel, nehéz olyan megoldást találni, amelyben legalább egy korlátozó feltételt nem szegük meg. Ezért a probléma megoldására evolúciós algoritmust választottunk.

Az evolúciós algoritmusok kiválóan alkalmasak olyan problémák megoldására ahol a cél lokális minimumokat tartalmazó többváltozós függvények globális minimumának megkeresésére. Annak ellenére, hogy az evolúciós algoritmusok esetében egyrészt a modellezés „látszólag” véletlen döntések sorozatából áll, másrészt lassú és nem garantálja a pontos megoldást, előnye abban rejlik, hogy megkerülve összetett matematikai számításokat nagy valószínűséggel megtalálja a függvény globális minimumát.

NSGA II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm) algoritmus

A probléma megoldására egy erőteljes evolúciós algoritmust ajánlunk. Az NSGA II kiválóan alkalmas optimális megoldást szállítani, több célfüggvényből és korlátozó feltételből álló problémák esetében.

```
Input:  $Population_{size}$ , ProblemSize,  $P_{crossover}$ ,  $P_{mutation}$ 
Output: Children
Population  $\leftarrow$  InitializePopulation( $Population_{size}$ , ProblemSize)
EvaluateAgainstObjectiveFunctions(Population)
FastNondominatedSort(Population)
Selected  $\leftarrow$  SelectParentsByRank(Population,  $Population_{size}$ )
Children  $\leftarrow$  CrossoverAndMutation(Selected,  $P_{crossover}$ ,  $P_{mutation}$ )
While ( $\neg$ StopCondition())
    EvaluateAgainstObjectiveFunctions(Children)
    Union  $\leftarrow$  Merge(Population, Children)
    Fronts  $\leftarrow$  FastNondominatedSort(Union)
    Parents  $\leftarrow \emptyset$ 
     $Front_L \leftarrow \emptyset$ 
    For ( $Front_i \in$  Fronts)
        CrowdingDistanceAssignment( $Front_i$ )
        If (Size(Parents)+Size( $Front_i$ ) >  $Population_{size}$ )
             $Front_L \leftarrow i$ 
            Break()
        Else
            Parents  $\leftarrow$  Merge(Parents,  $Front_i$ )
    End
    End
    If (Size(Parents) <  $Population_{size}$ )
         $Front_L \leftarrow$  SortByRankAndDistance( $Front_L$ )
        For ( $P_1$  to  $P_{Population_{size}-Size(Front_L)}$ )
            Parents  $\leftarrow P_i$ 
        End
    End
    Selected  $\leftarrow$  SelectParentsByRankAndDistance(Parents,  $Population_{size}$ )
    Population  $\leftarrow$  Children
    Children  $\leftarrow$  CrossoverAndMutation(Selected,  $P_{crossover}$ ,  $P_{mutation}$ )
End
Return (Children)
```

Prof. Kalyanmoy Deb, 2000 Kanpur Genetic Algorithms Laboratory (KanGAL), India

Irodalomjegyzék

- Barbara Koroušić Seljak Computer-Based Dietary Menu Planning
Gaál Balázs Többszintű genetikai algoritmus és táplálkozás- és életmód-tanácsadó szakértői rendszer Doktori értekezés
Kalyanmoy Deb, *Associate Member, IEEE*, Amrit Pratap, Sameer Agarwal, and T. Meyarivan A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II
Mák Erzsébet Étrendtervező dietetikai tanácsadó szoftver fejlesztése mesterséges intelligenciával Doktori értekezés
Balintfy JL. Menu planning by computer. *Communications of the ACM*. 1964;7(4):255–259. doi: 10.1145/364005.364087. [Cross Ref]
Eckstein E F. Menu planning by computer: the random approach. *J Am Diet Assoc*. 1967 Dec;51(6):529–33. [PubMed]
Kusper Gábor, Márien Szabolcs: Élelmiszer adatbázis szűrése mennyiségi megszorítások alapján logaritmikus indexeléssel, AIK 2011 konferencia, elfogadás alatt.
Kusper Gábor, Márien Szabolcs, Kovács Emőd, Kovács László: Valós időben választ adó egészségügyi profil, mint több dimenziós megszorítás mátrix, alapján élelmiszert szűrő domain specifikus algoritmus, Networkshop 2011 konferencia, Kaposvár, 24 oldal, 2011.
Bíró Csaba, Geda Gábor: Betegségek, allergiák, étel érzékenységek leírása alkalmas XML séma tervezése, Networkshop 2011 konferencia, Kaposvár, 24 oldal, 2011.
Kusper Gábor, Kovács Emőd, Márien Szabolcs, Kusper Krisztián, Scheffer Imre, Kiss Balázs, Kovács Péter és Winkler Ernő: Innovatív megoldások az eFilter projektben, Informatika a Felsőoktatásban 2011, Debrecen, 22 oldal, 2011.
Király Roland: Hiteles adatgyűjtés az eFilter projektben, Azonosítási módszerek elemzése, Informatika a Felsőoktatásban 2011, Debrecen, 2011.
<http://ujdieta.hu/index82e1.html?content=123>
<http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/New-nutrition-guidelines-Europe-halfway-there>
<http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out89.pdf>
<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/nda100326.htm?wtr=01>
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1550583/>
<http://www.elelmezes.hu/szamok/04/01/23.htm>